

**This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

## **IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

JP 10206147A

(11) Publication number : 10-206147

(43) Date of publication of application : 07.08.1998

(51) Int.Cl.

G01B 21/20  
G01B 11/00  
G01M 13/02  
G04D 7/04  
G06T 7/00

(21) Application number : 09-024411

(71) Applicant : SEIKO SEIKI CO LTD

(22) Date of filing : 23.01.1997

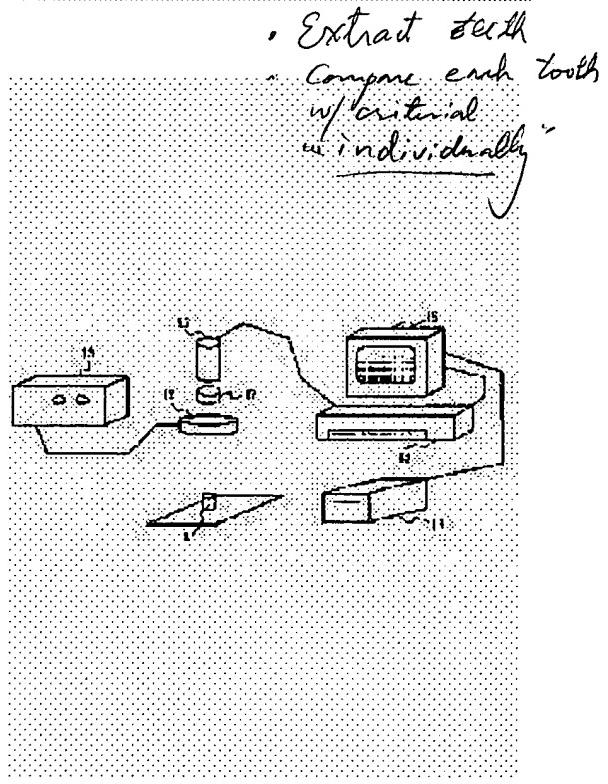
(72) Inventor : TAKAHASHI MASAMI

## (54) INSPECTION APPARATUS FOR GEAR

### (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an inspection apparatus, for a gear, by which the quality of the gear can be inspected with good accuracy by photographing the gear only once.

**SOLUTION:** A camera 11 photographs a face, on one side, which is at right angles to the axial direction of a gear (a). An image which is photographed by the camera 11 is fetched by an image processor 14, and the tip part of every tooth at the gear (a) is extracted from the fetched image. The image processor 14 accumulates an image density regarding respective pixels of the image at the extracted tip part of every tooth. The magnitude of the accumulated image density expresses the degree of a 'droop' at the tip part in the radial direction of every tooth, i.e., the quality of every tooth (the quality of the gear (a)). Then, the image processor 14 judges the quality of the gear (a) on the basis of the accumulated value of the found image density.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

29.10.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 11.11.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

### [Detailed Description of the Invention]

#### [0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the test equipment of the gearing which inspects a gearing's quality used for a clock etc.

#### [0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, Rota 1 as shown in drawing 5 is known as components of a clock. As this Rota 1 is shown in drawing 5, the cylinder-like magnet 3 is attached in the lower part side of the shaft 2 with which the whole die length consists of about 3mm, and a gearing 4 is attached in the upper part side of a shaft 2 at one. This gearing 4 equips the radial with the gear tooth 5 of eight sheets, as shown in drawing 6. The shaft 2 and gearing 4 of Rota 1 are the mold goods formed in one with white plastics. By the way, the following approaches can be considered in order to inspect the quality of "sagging" of upper limit section 5a of the shaft orientations of tooth-crest 5b of each gear tooth 5 of a gearing 4.

[0003] The 1st approach photos with a camera the top face which intersects perpendicularly with a gearing's 4 shaft orientations, binary--ization-processes the image of this gearing that took a photograph with an image processing system, and judges the quality of point 5a of a gear tooth 5 from this processing result. Moreover, the 2nd approach photos a gearing's 4 side face with a camera from four or more directions, performs processing predetermined with an image processing system to each image of this gearing that took a photograph, and judges the quality of point 5a which radial and shaft orientations of a gear tooth 5 intersect.

#### [0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, by the 1st approach, since a gearing's 4 diameter is as small as about 0.8mm, and the defect is minute even when point 5a of a gear tooth 5 has a defect, in binary-ized processing, there is a problem that the quality of the gear tooth 5 cannot be judged.

Furthermore, although the part holding the magnet 3 of Rota 1 shown in drawing 5 is fixed in the case of inspection, since the gearing 4 rotated from the original location by the difference in the dimension of that part and a gap will be caused at this time, the problem of being difficult has also specified the subject of examination. Moreover, by the 2nd approach, in order to photo a gearing 4 from four or more directions, there is a problem that rotate a gearing 4 or two or more cameras are needed.

[0005] Then, this invention aims at offering the test equipment of the gearing which can inspect a gearing's quality with a sufficient precision only by photoing a gearing once.

#### [0006]

[Means for Solving the Problem] In order to attain this purpose, in invention according to claim 1 An image pick-up means for a gearing's shaft orientations and while to cross at right angles, and to photo a field, and an extract means to extract the point of each gear tooth from the image photoed with this image pick-up means, About each pixel of the image of the point of each gear tooth extracted with this extract means, a concentration accumulation means to accumulate image concentration, and a quality judging means to judge said gearing's quality based on the accumulation value of the image

concentration by this concentration accumulation means were provided. Thus, a field is photoed, the point of each gear tooth is extracted based on this photoed image, and it was made for while intersecting perpendicularly with a gearing's shaft orientations to accumulate image concentration about each pixel of the image of the point of each of this extracted gear tooth in invention according to claim 1. For this reason, a dental quality can be inspected only by photoing a gearing once, upwards, the defect of the gear tooth which cannot be distinguished only by binary-ization is recognized, and a gearing's quality can be inspected with a sufficient precision.

[0007] A binary-ized means to make the subject-copy image photoed with the image pick-up means in the extract means in invention according to claim 1 make it binary in invention according to claim 2, A center-of-gravity calculation means to search for a gearing's center of gravity and each center of gravity of the predetermined gear tooth of two sheets based on the binary image made binary by this binary-ized means, respectively, An inclination calculation means to ask for the inclination to the criteria location of a subject-copy image based on each center of gravity searched for with this center-of-gravity calculation means, Only the include angle according to the inclination for which it asked with this inclination calculation means consists of means which take out each pixel of said subject-copy image contained in the inspection zone rotated with a rotation means to rotate the inspection zone set up beforehand, and this rotation means. Thus, in invention according to claim 2, since an inspection zone is rotated and it was made not to perform a subject-copy rotation of image with much amount of data on the occasion of inspection, compared with the case where a subject-copy image is rotated, an image processing is comparatively easy and possible for a short time.

[0008]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of the test equipment of the gearing of this invention is explained to a detail with reference to drawing 1 thru/or drawing 4. Drawing 1 is the block diagram showing the example of a configuration of the gestalt of this operation. A camera 11 like [ as the test equipment of the gearing of the gestalt of this operation is shown in drawing 1 ] CCD which photos the field of either the top face which intersects perpendicularly with those shaft orientations the gearing a which is a subject of examination, or an inferior surface of tongue (image sensor), The ring lighting 12 which is arranged among this camera 11 and Gearing a, and illuminates Gearing a to homogeneity, It has the source 13 of the illumination light which is the light source of this ring lighting 12, the image processing system 14 which captures Gearing's a image photoed with the camera 11, and performs a predetermined image processing, and the display (monitor) 15 which displays the image photoed with the camera 11, and the image which carried out the image processing with the image processing system 14.

[0009] Moreover, although it has the printer 16 which prints the contents displayed on a display 15 with the gestalt of this operation, you may make it have this printer 16 if needed. The image processing system 14 is equipped with the image memory (not shown) stored when Gearing's a image which the camera 11 photoed is captured. Furthermore, with the gestalt of this operation, the lens 17 for expanding Gearing a between a camera 11 and the ring lighting 12 is arranged. An image processing system 14 is later mentioned about these the processings of each, although a predetermined image processing like the after-mentioned is performed to Gearing's a image photoed with the camera 11 and Gearing's a quality is judged based on this processing result.

[0010] Next, actuation of the gestalt of operation which consists of such a configuration is explained with reference to the flow chart of drawing 2 and drawing 3 . in the following explanation, the gearing a which is a subject of examination is taken as installation and the gearing 4 which consists of white plastics in Rota 1 at one, as shown in drawing 5 and drawing 6 . First, the top face (field which intersects perpendicularly with the peripheral surface in which the gear tooth is formed) of the gearing 4 which is a subject of examination is photoed with a camera 11 (step 1), the image of this photoed gearing 4 is captured by the image processing system 14, and it is stored in an image memory.

[0011] The subject-copy image which is incorporated by image formation equipment 14 and stored in an image memory here is a shade image of for example, 256 gradation. Although the image of that subject-copy image is shown in drawing 2 (A), in this image, only a gearing's 4 part is drawn and other parts are

omitted. If shade image pretreatment into which a background (white) and a gearing (white) are made to divide is performed in order that an image processing system 14 may emphasize a gearing's 4 part to the shade image (step 2), the image with which a gearing's 4 part (part of b shown by the arrow head in drawing) as shown in drawing 2 (B) was emphasized will be obtained. Next, if an image processing system 14 performs binary-ization about the shade image with which a gearing's 4 part was emphasized using a predetermined threshold (step 3), a binary image as shown in drawing 2 (C) will be obtained.

[0012] Then, an image processing system 14 performs processing which removes dust (noise) unnecessary as processing after binary-izing (step 4), and an image as shown in drawing 2 (D) is obtained. Next, an image processing system 14 searches for a gearing's 4 center of gravity from the image with which processing after binary-izing was carried out (step 5). Consequently, a gearing's 4 center of gravity serves as a location shown by + mark of drawing 2 (E). Next, if an image processing system 14 extracts only a dental part from a binary image (step 6), an image as shown in drawing 3 (F) will be obtained. If each center of gravity of the predetermined gear tooth 5 of two sheets is searched for from this image (step 7), each center of gravity of that gear tooth 5 will serve as a location shown by + mark of drawing 3 (G).

[0013] Then, it judges whether based on each gear tooth 5 extracted at step 6, an image processing system 14 measures the die length of each gear tooth 5, respectively (step 8), and the die length of each of this measured gear tooth 5 is in tolerance (step 9). Since (step 9; N) and a gearing 4 are defectives when there is no at least one of the die length of each gear tooth 5 into tolerance as a result of this decision, it progresses to step 15, that is displayed on a display 15, and an image processing is ended. On the other hand, since (step 9; Y) and a gearing 4 are excellent articles as a result of the decision when all the die length of each gear tooth 5 is in tolerance, it progresses to the following step 10. At step 10, from the center of gravity of the gearing 4 which asked at step 5, and each center of gravity of the gear tooth 5 of two sheets for which it asked at step 7, an image processing system 14 detects the inclination to the criteria location of a gearing's 4 subject-copy image, and computes the include angle corresponding to this detected inclination.

[0014] Since a gap is between the location of a gearing's 4 direction of a subject-copy rotation of image, and the location of the inspection zone set up beforehand, this include angle is computed for being unable to specify a subject of examination with a sufficient precision out of a subject-copy image, and amending this. Then, only the include angle computed at step 10 rotates [ image processing system / 14 ] that inspection zone set up beforehand centering on the center of gravity detected at step 5 for this amendment (step 11). Thus, since an inspection zone is rotated and the subject-copy image of the gearing 4 with much amount of data is not rotated, compared with the case where a subject-copy image is rotated, an image processing serves as comparatively easy and a short time. Next, an image processing system 14 adds the concentration (brightness) of each pixel contained in each inspection zone in a gearing's 4 subject-copy image (part shown by the round mark in drawing 3 (H)), and makes concentration accumulate (step 12).

[0015] Thus, it is because each accumulation concentration value in each inspection zone (here eight places) obtained serves as an index with which extent of the size of "sagging" of radial point 5a of a gear tooth 5 is expressed, and this shows the quality of a gear tooth 5. That is, radial concentration distribution of point 5a of a gear tooth 5 has a small change of the concentration distribution, as "sagging" of point 5a of a gear tooth 5 shows drawing 4 (A), in are small and not being poor. On the other hand, when "sagging" of point 5a of a gear tooth 5 is a defect greatly, as shown in drawing 4 (B), change of the concentration distribution becomes large. For this reason, the size of the accumulation value of the concentration of each of that location will show extent of the quality of radial point 5a of a gear tooth 5.

[0016] Then, an image processing system 14 compares each of that calculated accumulation concentration value with the reference value (decision value) set up beforehand (step 13). In exceeding that reference value as a result of this comparison (for example, each accumulation concentration values of all), (step 13; Y) and a gearing 4 are judged to be an excellent article, and it displays that on a display 15 (step 14), and an image processing is ended. On the other hand, when one of each accumulation

concentration values is less than the reference value, (step 13; N) and its gearing 4 are judged as a defective, that is displayed on a display 15 (step 15), and an image processing is ended.

[0017] As explained above, with the gestalt of this operation, based on this photoed image, the top face which intersects perpendicularly with a gearing's 4 shaft orientations is photoed with a camera 11, point 5a of the gear tooth 5 which is an inspection zone was extracted, image concentration is made to accumulate and a gearing's 4 quality was judged based on this accumulation concentration value about each pixel of the image of point 5a of this extracted gear tooth 5. For this reason, with the gestalt of this operation, the quality of a gear tooth 5 can be inspected only by photoing a gearing 4 once with a camera 11, upwards, the defect of the gear tooth 5 which cannot be distinguished only by binary-ization is recognized, and that gearing's 4 quality can be inspected with a sufficient precision.

[0018] Moreover, with the gestalt of this operation, the subject-copy image photoed with the camera 11 in the extract of point 5a of the gear tooth 5 which is a subject of examination was made to make it binary, and it asked for the inclination from the criteria location of a subject-copy image based on this binary image, and the inspection zone where only the include angle according to this inclination for which it asked is set up beforehand is rotated, and each pixel of the subject-copy image contained in this rotated inspection zone was taken out. Thus, with the gestalt of this operation, since an inspection zone is rotated and it was made not to perform a subject-copy rotation of image with much amount of data, compared with the case where a subject-copy image is rotated, an image processing is comparatively easy and possible for a short time.

[0019] In addition, although the above explanation has explained the gearing 4 which consists of plastics used as clock components as a subject of examination, the gearing of this invention to be examined can apply, without being limited to that configuration material, a color, or magnitude.

[0020]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, photo a field, extract a dental point based on this photoed image, image concentration is made to accumulate about each pixel of the image of the point of this extracted gear tooth, and a gearing's quality was judged [ intersecting perpendicularly with a gearing's shaft orientations ] based on this accumulation concentration value. For this reason, in this invention, a dental quality can be inspected only by photoing a gearing once, upwards, the defect of the gear tooth which cannot be distinguished only by binary-ization is recognized, and that gearing's quality can be inspected with a sufficient precision.

[0021] Moreover, at this invention, the extract of the point of the gear tooth which is a subject of examination rotates the inspection zone where only the include angle to which the photoed subject-copy image was made to make it binary, was asked for the inclination from the criteria location of a subject-copy image based on that binary image, and this inclination for which it asked responded is set up beforehand, and each pixel of the subject-copy image contained in this rotated inspection zone was taken out. Thus, in this invention, since an inspection zone is rotated and it was made not to perform a subject-copy rotation of image with much amount of data, compared with the case where a subject-copy image is rotated, an image processing is comparatively easy and possible for a short time.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the configuration of the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 2] It is the flow chart which actuation of the gestalt of this operation is made to correspond to the image of an image, and shows it.

[Drawing 3] It is the flow chart which actuation of the gestalt of this operation is made to correspond to the image of an image, and shows it.

[Drawing 4] It is drawing showing distribution of the image concentration in an inspection zone.

[Drawing 5] It is drawing showing the configuration of Rota of clock components.

[Drawing 6] It is drawing where the top face of the gearing attached in this Rota was shown, and the part was omitted.

[Description of Notations]

Gearing

4 Gearing

5 Gear Tooth

5a Point

11 Camera

12 Ring Lighting

13 Source of Illumination Light

14 Image Processing System

15 Display

16 Printer

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-206147

(43)公開日 平成10年(1998)8月7日

(51)Int.Cl. <sup>®</sup>	識別記号	F I
G 01 B 21/20	102	G 01 B 21/20
11/00		11/00
G 01 M 13/02		G 01 M 13/02
G 04 D 7/04		G 04 D 7/04
G 06 T 7/00		G 06 F 15/62
		400
	審査請求 有 請求項の数 3 FD (全 6 頁) 最終頁に統く	

(21)出願番号 特願平9-24411

(22)出願日 平成9年(1997)1月23日

(71)出願人 000107996

セイコー精機株式会社

千葉県習志野市屋敷4丁目3番1号

(72)発明者 高橋 正美

千葉県習志野市屋敷4丁目3番1号 セイ  
コー精機株式会社内

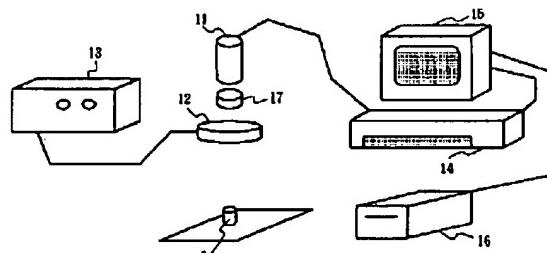
(74)代理人 弁理士 川井 隆 (外1名)

(54)【発明の名称】歯車の検査装置

(57)【要約】

【課題】歯車を1度撮影するだけで歯車の良否を精度よく検査できる歯車の検査装置の提供。

【解決手段】カメラ11が、歯車aの軸方向と直交する一方の面を撮影する。このカメラ11で撮影された画像は、画像処理装置14に取り込まれ、この取り込まれた画像から歯車aの各歯の先端部を抽出する。画像処理装置14は、この抽出された各歯の先端部の画像の各画素について、画像濃度を累積する。このように累積される画像濃度の大小は、歯の半径方向の先端部の「ダレ」の程度、すなわち歯の良否(歯車aの良否)を表す。そこで、画像処理装置14は、その求めた画像濃度の累積値に基づき、歯車aの良否を判定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 齒車の軸方向と直交する一方の面を撮影する撮像手段と、この撮像手段で撮影された画像から、各歯の先端部を抽出する抽出手段と、この抽出手段で抽出された各歯の先端部の画像の各画素について、画像濃度を累積する濃度累積手段と、この濃度累積手段による画像濃度の累積値に基づき、前記歯車の良否を判定する良否判定手段と、を具備することを特徴とする歯車の検査装置。

【請求項2】 前記抽出手段は、前記撮像手段で撮影された原画像を2値化させる2値化手段と、この2値化手段により2値化された2値画像に基づき、歯車の重心と所定の2枚の歯の各重心をそれぞれ求める重心算出手段と、この重心算出手段により求めた各重心に基づき、原画像の基準位置に対する傾きを求める傾き算出手段と、この傾き算出手段により求めた傾きに応じた角度だけ、あらかじめ設定されている検査領域を回転させる回転手段と、この回転手段により回転された検査領域内に含まれる前記原画像の各画素を取り出す手段と、からなる請求項1記載の歯車の検査装置。

【請求項3】 前記歯車は、時計の歯車であることを特徴とする請求項1または請求項2記載の歯車の検査装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、時計などに使用される歯車の良否を検査する歯車の検査装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、時計の部品として、図5に示すようなロータ1が知られている。このロータ1は、図5に示すように、全体の長さが3mm程度からなる軸2の下部側に円筒状の磁石3が取付けられ、軸2の上部側に歯車4が一体に取付けられたものである。この歯車4は、図6に示すように、放射状に8枚の歯5を備えている。ロータ1の軸2と歯車4は、白色のプラスチックで一体に形成された成形品である。ところで、歯車4の各歯5の歯先面5bの軸方向の上端部5aの「ダレ」の良否を検査するためには、以下のような方法が考えられる。

【0003】第1の方法は、歯車4の軸方向と直交する上面をカメラで撮影し、この撮影した歯車の画像を画像処理装置で2値化処理し、この処理結果から歯5の先端部5aの良否を判定するものである。また、第2の方法は、歯車4の側面を4方向以上からカメラで撮影し、この撮影した歯車の各画像に対して画像処理装置で所定の処理を行い、歯5の半径方向と軸方向が交差する先端部5aの良否を判定するものである。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、第1の方法では、歯車4の直径が0.8mm程度と小さく、歯5の先端部5aに欠陥があるような場合でも、その欠陥が微小のため、2値化処理ではその歯5の良否を判定できないという問題がある。さらに、検査の際に、図5に示すロータ1の磁石3を保持する部分が固定されるが、このとき、その部分の寸法の違いにより歯車4が本来の位置から回転してそれを起こした状態になるので、検査対象を特定するのが困難であるという問題もある。また、第2の方法では、歯車4を4方向以上から撮影するために、歯車4を回転させたり、または複数台のカメラが必要になるという問題がある。

【0005】そこで、本発明は、歯車を1度撮影するだけで歯車の良否を精度良く検査できる歯車の検査装置を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成するために、請求項1記載の発明では、歯車の軸方向と直交する一方の面を撮影する撮像手段と、この撮像手段で撮影された画像から、各歯の先端部を抽出する抽出手段と、この抽出手段で抽出された各歯の先端部の画像の各画素について、画像濃度を累積する濃度累積手段と、この濃度累積手段による画像濃度の累積値に基づき、前記歯車の良否を判定する良否判定手段とを具備するようにした。このように、請求項1記載の発明では、歯車の軸方向と直交する一方の面を撮影し、この撮影された画像に基づき、各歯の先端部を抽出し、この抽出された各歯の先端部の画像の各画素について、画像濃度を累積するようにした。このため、歯車を1度撮影するだけで歯の良否を検査できる上に、2値化だけでは判別できない歯の欠陥を認識して歯車の良否を精度良く検査できる。

【0007】請求項2記載の発明では、請求項1記載の発明における抽出手段を、撮像手段で撮影された原画像を2値化させる2値化手段と、この2値化手段により2値化された2値画像に基づき、歯車の重心と所定の2枚の歯の各重心をそれぞれ求める重心算出手段と、この重心算出手段により求めた各重心に基づき、原画像の基準位置に対する傾きを求める傾き算出手段と、この傾き算出手段により求めた傾きに応じた角度だけ、あらかじめ設定されている検査領域を回転させる回転手段と、この回転手段により回転された検査領域内に含まれる前記原画像の各画素を取り出す手段とから構成している。このように、請求項2記載の発明では、検査に際して、検査領域を回転させ、データ量の多い原画像の回転を行わないようにしたので、原画像を回転させる場合に比べて画像処理が比較的容易かつ短時間にできる。

## 【0008】

【発明の実施の形態】以下、本発明の歯車の検査装置の実施の形態を図1ないし図4を参照して詳細に説明す

る。図1は、この実施の形態の構成例を示す構成図である。この実施の形態の歯車の検査装置は、図1に示すように、検査対象である歯車aをその軸方向と直交する上面または下面のいずれか一方の面を撮影するCCDのようなカメラ（撮像素子）11と、このカメラ11と歯車aとの間に配置されて歯車aを均一に照明するリング照明12と、このリング照明12の光源である照明光源13と、カメラ11で撮影した歯車aの画像を取り込んで所定の画像処理を行う画像処理装置14と、カメラ11で撮影した画像や画像処理装置14で画像処理した画像を表示する表示装置（モニタ）15を備えている。

【0009】また、この実施の形態では、表示装置15に表示される内容を印刷するプリンタ16を備えているが、このプリンタ16は必要に応じて備えるようにしても良い。画像処理装置14は、カメラ11が撮影した歯車aの画像を取り込んだ際に格納する画像メモリ（図示せず）を備えている。さらに、この実施の形態では、カメラ11とリング照明12との間に、歯車aを拡大するためのレンズ17が配置されている。画像処理装置14は、カメラ11で撮影した歯車aの画像に対して後述のような所定の画像処理を行い、この処理結果に基づいて歯車aの良否の判定を行うが、これらの各処理については後述する。

【0010】次に、このような構成からなる実施の形態の動作について、図2および図3のフローチャートを参照して説明する。以下の説明では、検査対象である歯車aは、図5および図6に示すように、ロータ1に一体に取り付けられ、白色のプラスチックからなる歯車4とする。まず、カメラ11で検査対象である歯車4の上面（歯が設けられている周面と直交する面）を撮影し（ステップ1）、この撮影された歯車4の画像が画像処理装置14に取り込まれて画像メモリ内に格納される。

【0011】ここで、画像形成装置14に取り込まれて画像メモリ内に格納される原画像は、例えば256階調の濃淡画像である。その原画像のイメージを図2（A）に示すが、このイメージでは、歯車4の部分のみが描かれており他の部分は省略されている。画像処理装置14は、その濃淡画像に対して歯車4の部分を強調するために、背景（白）と歯車（白）を分離させる濃淡画像前処理を行うと（ステップ2）、図2（B）に示すような歯車4の部分（図中の矢印で示すbの部分）が強調された画像が得られる。次に、画像処理装置14は、歯車4の部分が強調された濃淡画像について、所定の閾値を用いて2値化を行うと（ステップ3）、図2（C）に示すような2値画像が得られる。

【0012】引き続き、画像処理装置14は、2値化後の処理として不要なゴミ（ノイズ）を除去する処理を行い（ステップ4）、図2（D）に示すような画像が得られる。次に、画像処理装置14は、2値化後の処理がされた画像から歯車4の重心を求める（ステップ5）。こ

の結果、歯車4の重心は、例えば図2（E）の+印で示す位置となる。次に、画像処理装置14は、2値画像から歯の部分のみを抽出すると（ステップ6）、図3（F）に示すような画像が得られる。この画像から所定の2枚の歯5の各重心を求める（ステップ7）、その歯5の各重心は、例えば図3（G）の+印で示す位置となる。

【0013】引き続き、画像処理装置14は、ステップ6で抽出された各歯5に基づき、各歯5の長さをそれぞれ測定し（ステップ8）、この測定した各歯5の長さが許容範囲内にあるか否かを判断する（ステップ9）。この判断の結果、各歯5の長さのうち1つでも許容範囲内に無い場合には（ステップ9；N）、歯車4が不良品のため、ステップ15に進みその旨を表示装置15に表示して画像処理を終了する。一方、その判断の結果、各歯5の長さの全てが許容範囲内にある場合には（ステップ9；Y）、歯車4が良品のため、次のステップ10に進む。ステップ10では、画像処理装置14は、ステップ5で求めた歯車4の重心と、ステップ7で求めた2枚の歯5の各重心とから、歯車4の原画像の基準位置に対する傾きを検出し、この検出した傾きに対応する角度を算出する。

【0014】この角度を算出するのは、歯車4の原画像の回転方向の位置と、あらかじめ設定されている検査領域の位置との間にずれがあるために、原画像の中から検査対象を精度良く特定できない場合があり、これを補正するためである。そこで、この補正のために、画像処理装置14は、ステップ5で検出された重心を中心に、そのあらかじめ設定されている検査領域を、ステップ10で算出された角度だけ回転させる（ステップ11）。このように、検査領域を回転させて、データ量の多い歯車4の原画像は回転させないので、原画像を回転させた場合に比べて画像処理が比較的容易かつ短時間となる。次に、画像処理装置14は、歯車4の原画像中の各検査領域（図3（H）内の丸印で示す部分）内に含まれる各画素の濃度（輝度）を加算し、濃度を累積させる（ステップ12）。

【0015】このようにして得られる各検査領域（ここでは8箇所）における各累積濃度値は、歯5の半径方向の先端部5aの「ダレ」の大小の程度を表し、これが歯5の良否を示す指標となるからである。すなわち、歯5の先端部5aの半径方向の濃度分布は、歯5の先端部5aの「ダレ」が小さく不良でない場合には、図4（A）に示すように、その濃度分布の変化が小さい。これに対し、歯5の先端部5aの「ダレ」が大きく不良の場合には、図4（B）に示すように、その濃度分布の変化が大きくなる。このため、その各位置の濃度の累積値の大小が、歯5の半径方向の先端部5aの良否の程度を示すことになる。

【0016】そこで、画像処理装置14は、その求めた

各累積濃度値を、あらかじめ設定されている基準値（判定値）と比較する（ステップ13）。この比較の結果、例えば、各累積濃度値の全てがその基準値を上回る場合には（ステップ13；Y）、歯車4を良品と判定してその旨を表示装置15に表示し（ステップ14）、画像処理を終了する。他方、各累積濃度値のうちの1つがその基準値を下回る場合には（ステップ13；N）、その歯車4を不良品として判定してその旨を表示装置15に表示し（ステップ15）、画像処理を終了する。

【0017】以上説明したように、この実施の形態では、歯車4の軸方向と直交する上面をカメラ11で撮影し、この撮影された画像に基づき、検査領域である歯5の先端部5aを抽出し、この抽出された歯5の先端部5aの画像の各画素について、画像濃度を累積させ、この累積濃度値に基づいて、歯車4の良否を判定するようにした。このため、この実施の形態では、歯車4をカメラ11で1度撮影するだけで歯5の良否を検査できる上に、2値化だけでは判別できない歯5の欠陥を認識してその歯車4の良否を精度良く検査できる。

【0018】また、この実施の形態では、検査対象である歯5の先端部5aの抽出を、カメラ11で撮影された原画像を2値化させ、この2値画像に基づいて原画像の基準位置からの傾きを求め、この求めた傾きに応じた角度だけあらかじめ設定されている検査領域を回転させ、この回転された検査領域内に含まれる原画像の各画素を取り出すようにした。このように、この実施の形態では、検査領域を回転させ、データ量の多い原画像の回転を行わないようにしたので、原画像を回転させる場合に比べて画像処理が比較的容易でかつ短時間にできる。

【0019】なお、以上の説明では、検査対象として、時計部品として使用されるプラスチックからなる歯車4について説明してきたが、この発明の検査対象の歯車は、その構成素材、色、または大きさなどに限定されることなく適用可能である。

#### 【0020】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、歯車の軸方向と直交する一方の面を撮影し、この撮影された画像に基づいて歯の先端部を抽出し、この抽出された歯の先端部の画像の各画素について画像濃度を累積さ

せ、この累積濃度値に基づいて歯車の良否を判定するようとした。このため、本発明では、歯車を1度撮影するだけで歯の良否を検査できる上に、2値化だけでは判別できない歯の欠陥を認識してその歯車の良否を精度良く検査できる。

【0021】また、本発明では、検査対象である歯の先端部の抽出は、撮影された原画像を2値化させ、その2値画像に基づいて原画像の基準位置からの傾きを求め、この求めた傾きの応じた角度だけあらかじめ設定されている検査領域を回転させ、この回転された検査領域内に含まれる原画像の各画素を取り出すようにした。このように、本発明では、検査領域を回転させ、データ量の多い原画像の回転を行わないようにしたので、原画像を回転させる場合に比べて画像処理が比較的容易でかつ短時間にできる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の構成を示す構成図である。

【図2】同実施の形態の動作を、画像のイメージに対応させて示すフローチャートである。

【図3】同実施の形態の動作を、画像のイメージに対応させて示すフローチャートである。

【図4】検査領域における画像濃度の分布を示す図である。

【図5】時計部品のロータの構成を示す図である。

【図6】同ロータに取付けられている歯車の上面を示し、その一部が省略された図である。

#### 【符号の説明】

a 歯車

4 歯車

5 齒

5a 先端部

11 カメラ

12 リング照明

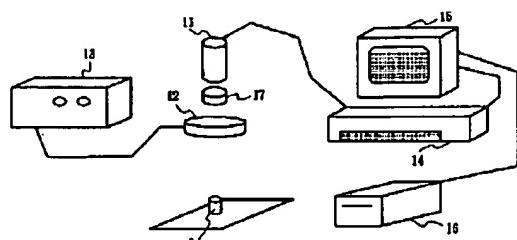
13 照明光源

14 画像処理装置

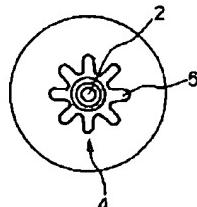
15 表示装置

16 プリンタ

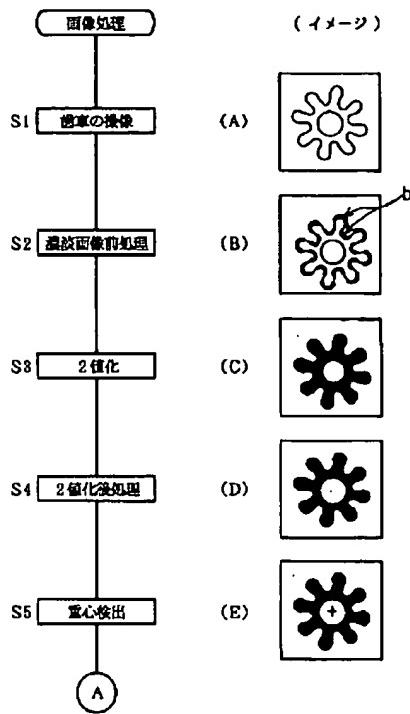
【図1】



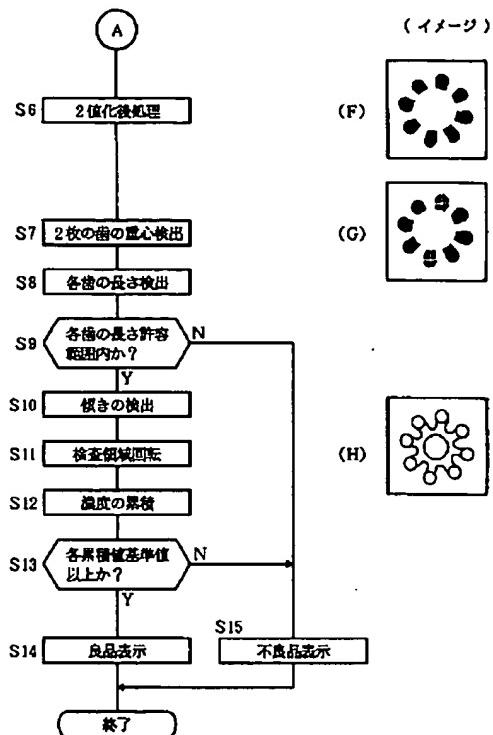
【図6】



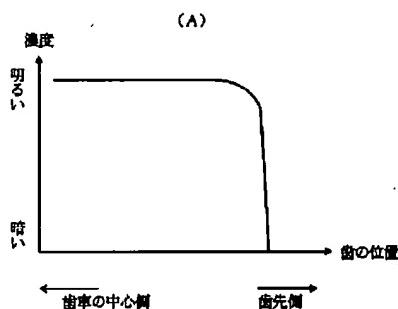
【図2】



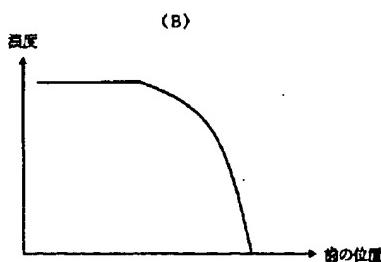
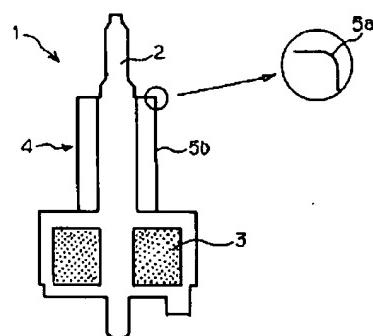
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 06 F 15/70

320